

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-283349

(43)Date of publication of application : 03.10.2003

(51)Int.Cl.

H04B 1/10

(21)Application number : 2002-079805

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 20.03.2002

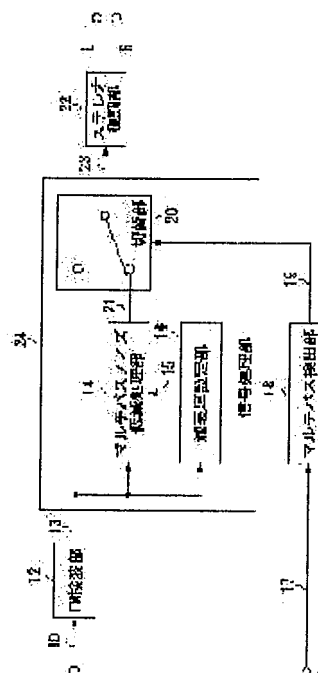
(72)Inventor : YAMAMOTO HIROYOSHI  
TAIRA MASAOKI

## (54) SIGNAL PROCESSING APPARATUS, SIGNAL RECEIVING APPARATUS, AND SIGNAL PROCESSING METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve a problem of difficulty of removing a multi-pass noise in FM receiving.

**SOLUTION:** A multi-pass noise reducing processing unit 14 implements a treatment for reducing a multi-pass noise from a composite signal 13 of an FM detecting unit 12 to generate an output signal 21. In this process, the multi-pass noise is detected on the basis of a difference in amplitude between a current composite signal 13 and a past output signal 21 to attenuate the composite signal 13. A multi-pass detecting unit 18 detects a multi-pass section based on an S meter 17 and feeds a switching unit 20 with a switching signal 19 for permitting the operation of a multi-pass noise reduction processing unit 14. In the switching unit 20, switching control is so carried out that an output signal 21 from the multi-pass noise reduction processing unit 14 is entered into a stereo modulation unit 22 in the multi-pass section and a composite signal 13 generated from the FM detecting unit 12 is entered into the stereo modulation unit 22 in the other section.



## \* NOTICES \*

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

sampling when said difference exceeds a predetermined threshold.  
[Claim 9]The signal processing method according to claim 7 or 8, wherein said filtering processing is performed to said input signal in said period detected in said head end process including further a head end process which detects a period when said noise may occur.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

[Translation done.]

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]A signal processor comprising:

A difference judgment part which a noise reduction processing part which carries out attenuation processing of the input signal, and generates an output signal is included, and said noise reduction processing part judges whether a difference of intensity of said input signal at the time of the present sampling and intensity of said output signal at the time of the past sampling exceeds a predetermined threshold, and detects a noise.

An attenuation processing part which attenuates said input signal at the time of the present sampling, and generates said output signal at the time of the present sampling when said noise is detected.

[Claim 2]The signal processor according to claim 1, wherein said difference judgment part computes difference with each of intensity of said input signal at the time of the present sampling, and intensity of said output signal at the time of a sampling of the past plurality, judges whether each difference exceeds a predetermined threshold and detects a noise.

[Claim 3]The signal processor according to claim 1 or 2, wherein said difference judgment part and said attenuation processing part process to said input signal after smoothing, including further a data-smoothing part in which said noise reduction processing part smooths said input signal about a predetermined sampling period.

[Claim 4]The signal processor according to any one of claims 1 to 3 by which an extinction ratio set part which sets up an extinction ratio of intensity of said input signal in said noise reduction processing part accommodative based on intensity of said input signal being included further.

[Claim 5]An FM detection part which outputs an FM demodulation signal based on received FM transmit radio wave, A signal processing part which reduces and outputs a noise of said FM demodulation signal, and a multipass primary detecting element which detects a period when a multi path noise may occur in said received FM transmit radio wave, and operates said signal processing part in the period. While said signal processing part is operating and said signal processing part is not operating the output, carry out stereo demodulation of said FM demodulation signal, and including a stereo demodulation part to output said signal processing part. Including a noise reduction processing part which makes said FM demodulation signal an input signal, carries out attenuation processing, and generates an output signal, said noise reduction processing part, A difference judgment part which judges whether a difference of intensity of said input signal at the time of the present sampling and intensity of said output signal at the time of the past sampling exceeds a predetermined threshold, and detects a noise, A signal receiving set by which an attenuation processing part which attenuates said input signal at the time of the present sampling, and generates said output signal at the time of the present sampling being included when said noise is detected.

[Claim 6]The signal receiving set according to claim 5, wherein said signal processing part contains further an extinction ratio set part which sets up an extinction ratio of intensity of said input signal in said noise reduction processing part accommodative based on intensity of said input signal.

[Claim 7]A signal processing method intensity of an input signal detecting a period which changes a lot, restricting to the period, performing filtering processing for reducing a noise to said input signal, and generating an output signal.

[Claim 8]Said filtering processing computes difference of intensity of said input signal at the time of the present sampling, and intensity of said output signal at the time of the past sampling one by one for every sampling. The signal processing method according to claim 7 including a process of attenuating said input signal at the time of the present sampling, and generating said output signal at the time of the present

[http://www4.ipdl.inpit.go.jp/cgi-bin/tran\\_web\\_cgi\\_ejje?atw\\_u=http://www4.ipdl.inpit.go.jp/To...](http://www4.ipdl.inpit.go.jp/cgi-bin/tran_web_cgi_ejje?atw_u=http://www4.ipdl.inpit.go.jp/To...) 2008/10/17

[http://www4.ipdl.inpit.go.jp/cgi-bin/tran\\_web\\_cgi\\_ejje?atw\\_u=http://www4.ipdl.inpit.go.jp/To...](http://www4.ipdl.inpit.go.jp/cgi-bin/tran_web_cgi_ejje?atw_u=http://www4.ipdl.inpit.go.jp/To...) 2008/10/17

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the signal processor, signal receiving set, and signal processing method which detect and reduce a noise about signal-processing art.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the FM receiver carried in mobiles, such as a car, in the case of audio signal reception, it originates in reflection of the electromagnetic waves from obstacles, such as a mountain in the circumference, and a multi-story building, and a multi path noise occurs. The indirect wave reflected by the reflector multiplexes with the direct wave by which direct reception is carried out from a receiving antenna, and this multi path noise is produced when a part of direct wave is negated by the reflected wave depending on the phase relation of a direct wave and an indirect wave. Generating of a multi path noise will reduce remarkably the quality of the audio signal outputted from an FM receiver.

[0003] The introduction interpolation method which interpolates the multipass section is indicated by JP,2001-36422A by detecting the generating section of a multi path noise and holding the signal strength before generating of a multi path noise as a method of removing the multi path noise of the demodulation signal after FM detection. When depression of field intensity is intense, there is the method of carrying out mute of the FM demodulation signal after FM detection.

[0004] The method of improving the S/N ratio of the FM demodulation signal at the time of a weak-electric-current channel by the stereo noise control (SNC) which adjusts the degree in separation of the right-and-left channel in a stereo sound, and high cut control (HCC) which removes a high frequency component is also well known from the former. In the case of a multi path noise, multipass distortion, i.e., a noise, appears in a detection output by a direct wave and indirect wave interference, but. Since this noise appears remarkably in the L-R sub signal zone and L+R main signal zone which are high-frequency components, there is a reduction effect of a multi path noise in processing by SNC or HCC.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, even if it fully uses SNC and HCC depending on the grade of a multi path noise, a jarring noise may remain. Although an effect is acquired to the pulse like waveform which produced the FM demodulation signal by the multipass to the multipass section on the other hand by the method of carrying out introduction interpolation, or the method of carrying out mute, Filtering processing acts also to the waveform from which a certain constant interval phase produced when PLL detection is used shifted, and there is a problem of removing the HARASHIN item itself accidentally. When setting out of the parameter for detecting the multipass section is unsuitable, and the detection interval of a multipass shifts, a noise may remain.

[0006] This invention was made in view of such a situation, and the purpose is in offer of the signal-processing art in which a noise can be detected and reduced. Another purpose is in offer of the signal reception technology which reduces the multi path noise in FM reception.

[0007]

[Means for Solving the Problem] A mode with this invention is related with a signal processor. This device contains a noise reduction processing part which carries out attenuation processing of the input signal, and generates an output signal. Said noise reduction processing part is provided with the following. A difference judgment part which judges whether a difference of intensity of said input signal at the time of the present sampling and intensity of said output signal at the time of the past sampling exceeds a predetermined threshold, and detects a noise.

An attenuation processing part which attenuates said input signal at the time of the present sampling, and

generates said output signal at the time of the present sampling when said noise is detected.

[0008] An output signal is a signal after attenuation processing for reducing a noise to an input signal was performed. But when a noise is not detected, since attenuation processing is not performed to an input signal, an output signal is the same as an input signal. Intensity of an input signal and an output signal may be the measured value of amplitude of those signals, or may be an absolute value or a square of amplitude. A threshold used when evaluating a size of a difference of intensity of the present input signal and intensity of the past output signal may be set as a value with a size which fully exceeds the range of intensity of the usual significant signal, for example.

[0009] Said difference judgment part may compute difference with each of intensity of said input signal at the time of the present sampling, and intensity of said output signal at the time of a sampling of the past plurality, may judge whether each difference exceeds a predetermined threshold, and may detect a noise. For example, a judgment of whether difference with the intensity  $y(n-1)$  of intensity [ of an input signal of  $n$  ]  $x(n)$  and an output signal before 1 sampling exceeds the 1st threshold A at the time of the present sampling. A judgment of whether difference with the intensity  $y(n-2)$  of intensity [ of an input signal of  $n$  ]  $x(n)$  and an output signal before 2 samplings exceeds the 2nd threshold B at the time of the present sampling. It may evaluate combining a judgment of whether difference with the intensity  $y(n-3)$  of intensity [ of an input signal of  $n$  ]  $x(n)$  and an output signal before 3 samplings exceeds the 3rd threshold C at the time of the present sampling, and existence of generating of a noise may be detected. The 1st threshold A, the 2nd threshold B, and the 3rd threshold C may be set as a value which becomes large at this order.

[0010] Said difference judgment part and said attenuation processing part may process to said input signal after smoothing, including further a data-smoothing part in which said noise reduction processing part smooths said input signal about a predetermined sampling period. Said data-smoothing part may smooth said input signal by calculating a moving average of said input signal about a certain fixed period. Said data-smoothing part may smooth said input signal by removing a high frequency component of said input signal using a low pass filter etc.

[0011] Said signal processing part may also contain further an extinction ratio set part which sets up an extinction ratio of intensity of said input signal in said noise reduction processing part accommodative based on intensity of said input signal. An extinction ratio of intensity of an input signal at the time of the present sampling may be set up based on intensity of an input signal at the time of the past sampling.

[0012] Another mode of this invention is related with a signal receiving set. This device is provided with the following.  
An FM detection part which outputs an FM demodulation signal based on received FM transmit radio wave.

A signal processing part which reduces and outputs a noise of said FM demodulation signal.  
A multipass primary detecting element which detects a period when a multi path noise may occur in said received FM transmit radio wave, and operates said signal processing part in the period.

A stereo demodulation part which carries out stereo demodulation of said FM demodulation signal, and outputs it while said signal processing part is operating and said signal processing part is not operating the output.

Said signal processing part has the following.  
Including a noise reduction processing part which makes said FM demodulation signal an input signal, carries out attenuation processing, and generates an output signal, said noise reduction processing part, A difference judgment part which judges whether a difference of intensity of said input signal at the time of the present sampling and intensity of said output signal at the time of the past sampling exceeds a predetermined threshold, and detects a noise.

An attenuation processing part which attenuates said input signal at the time of the present sampling, and generates said output signal at the time of the present sampling when said noise is detected.  
A threshold used for a difference judging may be set as a value which is recognized as what is called a multi path noise and which is equivalent to intensity of a jarring noise very greatly.

[0013] Another mode of this invention is related with a signal processing method. Intensity of an input signal detects a period which changes a lot, and this method restricts it to that period, performs filtering processing for reducing a noise to said input signal, and generates an output signal. Said filtering processing computes difference of intensity of said input signal at the time of the present sampling, and intensity of said output signal at the time of the past sampling one by one for every sampling. When said difference exceeds a predetermined threshold, a process of attenuating said input signal at the time of

the present sampling, and generating said output signal at the time of the present sampling may also be included.

[0014]In said period detected in said head end process including further a head end process which detects a period when said noise may occur, said filtering processing may be performed to said input signal. Though a gap of some has arisen by this during infancy of a noise detected by a head end process, since attenuation processing based on a threshold decision is made in said subsequent filtering processing, reduction of a noise is possible, without removing the HARASHIN item accidentally.

[0015]Arbitrary combination of the above component and a thing which changed expression of this invention between a method, a device, a system, etc. are also effective as a mode of this invention.

[0016]

[Embodiment of the Invention]Drawing 1 shows the composition of the FM reception device concerning an embodiment. Received FM transmit radio wave is changed into the intermediate frequency (IF) signal 10 in the front end section which is not illustrated. The FM detection part 12 carries out FM recovery of this IF signal 10, and outputs the stereo composite signal 13 (only henceforth a composite signal).

[0017]The signal processing part 24 performs processing which removes a multi path noise if needed to the composite signal 13 received from the FM detection part 12, and gives the stereo demodulation part 22. The signal processing part 24 has the following.

Multi path noise reduction treating part 14.

Extinction ratio set part 16.

Switching part 20.

[0018]The multi path noise reduction treating part 14 performs suitably the below-mentioned attenuation processing for reducing a multi path noise to the composite signal 13, and generates the output signal 21. The extinction ratio set part 16 asks for the extinction ratio 15 used by the attenuation processing in the multi path noise reduction treating part 14 based on the amplitude of the composite signal 13, and sets the extinction ratio 15 as the multi path noise reduction treating part 14.

[0019]The section when a multi path noise may generate the multipass primary detecting element 18

based on the AC component of the signal meter 17 (henceforth an S meter). It detects (it is hereafter called the multipass section), and the switching signal 19 for permitting the operation of the multi path noise reduction treating part 14 in the section is supplied to the switching part 20. As long as the signal used for multipass detection is not restricted to S meter 17 but can detect a multipass, other signals may be sufficient as it.

[0020]Based on the switching signal 19 given, the switching part 20 from the multipass primary detecting element 18 in the multipass section. Switchover control of the input signal 23 of the stereo demodulation part 22 is performed so that the composite signal 13 outputted from the FM detection part 12 in the other section in the output signal 21 outputted as a signal after attenuation processing from the multi path noise reduction treating part 14 may be inputted into the stereo demodulation part 22. The stereo demodulation part 22 carries out stereo demodulation of the input signal 23, and outputs an audio signal. [0021]Drawing 2 is a functional constitution figure of the multi path noise reduction treating part 14. The data-smoothing part 30 smooths and outputs the composite signal 13 by sampling the composite signal 13 and calculating the moving average of the amplitude of the composite signal 13 about a certain fixed sampling period. Methods other than a moving average may be used as data smoothing.

[0022]The difference calculation part 31 computes the difference of the amplitude of the smoothed composite signal 13 at the time of the present sampling, and the amplitude of the output signal 21 at the time of the past sampling for every sampling. The difference judgment part 32 supplies the switching signal 37 for permitting the operation of the attenuation processing part 34 to the switching part 36, when the existence of generating of a multi path noise is detected and the multi path noise has occurred by comparing with a predetermined threshold the difference which the difference calculation part 31 computed. The attenuation processing part 34 is based on the extinction ratio 15 set up from the extinction ratio set part 16, attenuates the smoothed composite signal 13 at the time of the present sampling, and is outputted.

[0023]When the multi path noise has not occurred based on the switching signal 37 given from the difference judgment part 32, the switching part 36, When the multi path noise has generated the composite signal 13, switchover control of the output signal 21 is performed so that the signal 35 in which attenuation processing was carried out by the attenuation processing part 34 may be outputted. Thus, the result by which attenuation processing was suitably made according to the detection result of a multi path noise is outputted to the switching part 20 via the switching part 36. This output signal 21 is further

[http://www4.ipdl.inpit.go.jp/cgi-bin/tran\\_web.cgi\\_ejje?atw\\_u=http%3A%2F%2Fwww4.ipdl.in...](http://www4.ipdl.inpit.go.jp/cgi-bin/tran_web.cgi_ejje?atw_u=http%3A%2F%2Fwww4.ipdl.in...) 2008/10/17

supplied to the stereo demodulation part 22 via the switching part 20. The value of the amplitude of this output signal 21 is used as a value of the amplitude of the output signal 21 at the time of the past sampling, when the memory which is not illustrated memorizes temporarily and is asked for difference in the difference calculation part 31.

[0024]Drawing 3(a) and (b) is a functional constitution figure of the extinction ratio set part 16. In the functional constitution of drawing 3(a), the inputted composite signal 13 is absolute-value-sized by the absolute value calculation part 40, a low-pass ingredient passes with the loop filter 42, and rough amplitude is presumed. After being normalized so that it may furthermore fall within the range of a fixed value in the normalizing part 44, difference with a constant is calculated by the adder unit 46, and the extinction ratio 15 is outputted based on the maximum finally defined by the limiting circuit 48.

[0025]Another functional constitution of the extinction ratio set part 16 is shown in drawing 3(b). Processing of the absolute value calculation part 40 and the loop filter 42 to the inputted composite signal 13 is the same as that of drawing 3(a), and after the output value receives range restrictions of a value by the limiting circuit 48, it is inputted into the table reference part 50. By referring to the table which matched amplitude value and an extinction ratio, from amplitude, the table reference part 50 determines the extinction ratio 15 directly, and outputs it. In this composition, the loop filters 42 may be other low pass filters.

[0026]The multi path noise reduction procedure by the FM reception device by the above composition is explained referring to the graph of drawing 9 from the flow chart and drawing 6 of drawing 4 and drawing 5.

[0027]Drawing 4 is a flow chart explaining the flow of multipass detection and the whole multi path noise reduction processing. The multipass primary detecting element 18 detects the generating section of a multi path noise based on S meter 17 (S100). Drawing 6 is an explanatory view of the generating section of a multi path noise. The graph expresses time progress of the amplitude of the composite signal 13. The multi path noise has occurred in the sections 60, 61, and 62. The multi path noise has the comparatively long time width expressed by such an envelope, when it sees macroscopically, and the section with this time width is detected as the multipass section.

[0028]When it returns to drawing 4 and the multipass section is detected (Y of S100), the multipass primary detecting element 18 permits the operation of the multi path noise reduction treating part 14 by giving the switching signal 19 to the switching part 20. The multi path noise reduction treating part 14 performs processing which reduces a multi path noise to the composite signal 13 in the multipass section (S110). If the multipass section is completed, multi path noise reduction processing of Step S110 will be interrupted until it returns to Step S100 again and the next multipass section is detected by the multipass primary detecting element 18. Thus, by repeating multipass detection and multi path noise reduction processing, reduction processing of a multi path noise is performed only in the multipass section to the composite signal 13.

[0029]Drawing 5 is a flow chart explaining the detailed procedure of multi path noise reduction processing of Step S110 of drawing 4. The difference judgment part 32 of the multi path noise reduction treating part 14 samples the composite signal 13, and acquires the input signal X in sampling time n (n) (S10). When the signal after attenuation processing was performed if needed to the input signal X of sampling time n (n) is made into the output signal Y (n), the difference judgment part 32. The difference of the input signal X (n) and the output signal Y (n-1) Y (n-2), and Y before 1 sampling, 2 samplings, and 3 samplings (n-3) is calculated, respectively (S12). A multi path noise is detected by judging whether the difference judgment part 32 has an absolute value of these difference still larger than a predetermined threshold (S14).

[0030]This judgment is performed by evaluating whether the following inequality is realized.

$|X(n)-Y(n-1)| > \text{threshold A} \dots (1)$

$|X(n)-Y(n-2)| > \text{threshold B} \dots (2)$

$|X(n)-Y(n-3)| > \text{threshold C} \dots (3)$

[0031]The mechanism in which a multi path noise is detected by this judgment is explained with reference to drawing 7 and drawing 8. Drawing 7 is the figure to which a part of multipass section of drawing 6 was expanded. The multipass section is provided with the following.

The sections 80, 81, and 82 when the noise by having produced between fixed divisions with a phase shift when it saw microscopically has occurred.

The sections 70, 71, 72, and 73 of the significant signal which the noise has not generated.

In order to remove a multi path noise, it is necessary to detect the steep peak of the signal wave form in the multipass section.

[0032]Drawing 8 is a figure explaining the difference judging for detecting a steep peak. Compared with

[http://www4.ipdl.inpit.go.jp/cgi-bin/tran\\_web.cgi\\_ejje?atw\\_u=http%3A%2F%2Fwww4.ipdl.in...](http://www4.ipdl.inpit.go.jp/cgi-bin/tran_web.cgi_ejje?atw_u=http%3A%2F%2Fwww4.ipdl.in...) 2008/10/17

the amplitude of a signal with significant amplitude of the input signal  $X$  in sampling time  $n$  ( $n$ ), as for the difference judgment part 32, it is judged by evaluating a difference with the output signal at the time of the past sampling whether it is changing to the unusually large value. Since the output signal at the time of the past sampling is a signal after attenuation processing was already made if needed, it is fully over the range of the amplitude of a significant signal as compared with it, it can be judged that the input signal  $X$  of  $n$  ( $n$ ) is in a steep peak at the time of the present sampling.

[0033]Although the output signal  $Y$  ( $n-1$ ),  $Y$  ( $n-2$ ), and  $Y$  of a before [3 samplings] ( $n-3$ ) was used by above-mentioned inequality (1) - (3) as a time of the past sampling. Furthermore, the same difference judging may be performed using the output signal of the last sampling time, and a difference judging may be conversely performed using the output signal  $Y$  before 1 sampling ( $n-1$ ).

[0034]Return to drawing 5 and the difference judgment part 32. The inside of above-mentioned three inequalities (1) - (3). When satisfying some [one / at least], it judges that it is a multi path noise ( $Y$  of  $S14$ ), and the attenuation processing part 34 performs attenuation processing expressed with the following formula to the input signal  $X$  of sampling time  $n$  ( $n$ ), and outputs the output signal  $Y$  ( $n$ ) ( $S16$ ).

[0035] $Y(n) = \alpha \text{hax} X(n)$

However,  $\alpha$  is the extinction ratio 15 set up by the extinction ratio set part 16, and takes or more 0 less than one value.

[0036]It judges that it is not a multi path noise when the difference judgment part 32 satisfies three neither of inequality (1) - (3) (N of  $S14$ ), and like the following formula, the attenuation processing part 34 is outputted as output signal  $Y$  ( $n$ ) as it is without performing attenuation processing to the input signal  $X$  ( $n$ ) ( $S18$ ). That is, it is  $Y(n) = X(n)$  in this case.

[0037]It is in charge of the judgment of being a multi path noise, and the 1st, 2nd, and 3rd threshold  $A$ ,  $B$ , and  $C$  in three inequalities (1) - (3) is experientially set as the optimal value. When satisfying some at least one of the three inequalities (1) - (3) above, attenuation processing was performed, but it may decide whether carry out attenuation processing with the arbitrary combination of three formation states of inequality (1) - (3). In the experiment, it was set as the value which fills  $A \leq B \leq C$  about the three thresholds, the 1st, the 2nd, and the 3rd,  $A$ ,  $B$ , and  $C$  of inequality (1) - (3), and when having filled some one of the inequality (1) - (3) and attenuation processing was performed, the desirable result was obtained.

[0038]After returning to drawing 5 and making the attenuation processing of the input signal  $X$  of sampling time  $n$  ( $n$ ) if needed, it \*\*\*\*\*s sampling time  $n$  only for 1 ( $S20$ ), and the condition precedent of multi path noise reduction processing is checked ( $S22$ ). The check of a condition precedent is performed by judging whether it is still within the multipass section based on the switching signal 19 from the multipass primary detecting element 18. When stopping ( $Y$  of  $S22$ ), multi path noise reduction processing is ended, when not stopping ( $N$  of  $S22$ ), it returns to Step  $S10$  and a series of multi path noise reduction processes are repeated.

[0039]Drawing 9 is a waveform of the output signal after multipass reduction processing was performed to the composite signal of drawing 7. It turns out that the steep peak of drawing 7 is removed.

[0040]As stated above, according to the embodiment, it is possible to reduce the multi path noise which remains in addition in noise countermeasures, such as monophonic-recording-izing and high frequency component removal. Since attenuation processing for judging the existence of a multi path noise further in the section, and reducing a multi path noise is performed when especially the multipass section is detected, Even when the detection sensitivity of a multipass is raised too much, while being able to remove a multi path noise appropriately, without receiving the influence and preventing remains of a noise, it can prevent removing the HARASHIN item accidentally.

[0041]In the above, this invention was explained based on the embodiment. These embodiments are illustration and it is just going to be understood that modifications various about those each component and combination of each treatment process are possible and that such a modification is also in the range of this invention by the person skilled in the art. Each component is illustrated as a functional block and it is just going to be understood that these functional blocks can realize only hardware in various forms with software or those combination by the person skilled in the art.

[0042]Although the data-smoothing part 30 was formed in the multi path noise reduction treating part 14 like drawing 2 by the embodiment as such a modification, The data-smoothing part 30 is formed immediately after the FM detection part 12, and it has composition which smooths first the composite signal 13 which the FM detection part 12 outputs, and the composite signal 13 is smoothed and it may be made to input into the stereo demodulation part 22 via the switching part 20 also except the multipass section.

[0043]Although the embodiment explained the case where an input signal was a stereo signal, multi path noise reduction processing of this invention is applicable also to a monophonic signal.

[Effect of the Invention]According to this invention, a noise can be detected and it can decrease appropriately.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is a lineblock diagram of the FM reception device concerning an embodiment.

[Drawing 2]It is a functional constitution figure of the multi path noise reduction treating part of drawing 1.

[Drawing 3]Drawing 3 (a) and (b) is a functional constitution figure of the extinction ratio set part of drawing 1.

[Drawing 4]It is a flow chart explaining the flow of multipass detection and the whole multi path noise reduction processing.

[Drawing 5]It is a flow chart explaining the detailed procedure of multi path noise reduction processing of drawing 4.

[Drawing 6]It is an explanatory view of the generating section of a multi path noise.

[Drawing 7]It is the figure to which a part of multipass section of drawing 6 was expanded.

[Drawing 8]It is a figure explaining the difference judging for detecting a steep peak.

[Drawing 9]It is a figure explaining the waveform of the output signal after multipass reduction processing was performed.

[Description of Notations]

10 An IF signal, 12 FM detection parts, and 13 composite signals, 14 multi-path-noise reduction treating part and 15 An extinction ratio and 16 Extinction ratio set part, 17 S meters and 18 A multipass primary detecting element and 19 A switching signal and 20 Switching part, 21 An output signal, 22 stereo demodulation parts. and 24 [ An absolute value calculation part and 42 / A loop filter and 44 / A normalizing part and 46 / An adder unit and 48 / A limiting circuit and 50 table reference parts. ] A signal processing part, 30 data-smoothing parts, and 32 A difference judgment part and 34 An attenuation processing part and 40

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-283349  
(P2003-283349A)

(43) 公開日 平成15年10月3日 (2003.10.3)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 4 B 1/10

識別記号

F I  
H 0 4 B 1/10

特開2003-283349A (参考)  
V 5 K 0 5 2

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-79805(P2002-79805)

(22) 出願日 平成14年3月20日 (2002.3.20)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 山本 洋由

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(72) 発明者 平 正明

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(74) 代理人 100105924

弁理士 森下 賢樹

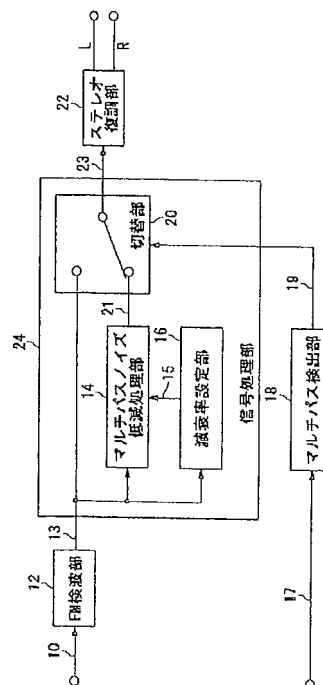
Fターム(参考) 5K052 AA01 AA11 BB05 CC04 DD03  
EE12 EE19 GG02

(54) 【発明の名称】 信号処理装置、信号受信装置、および信号処理方法

(57) 【要約】

【課題】 FM受信において残留するマルチパスノイズの除去は困難であった。

【解決手段】 マルチパスノイズ低減処理部14は、FM検波部12からのコンポジット信号13に対してマルチパスノイズを低減する処理を施し、出力信号21を生成する。この処理は、現在のコンポジット信号13と過去の出力信号21の振幅の差分にもとづいてマルチパスノイズを検出し、コンポジット信号13を減衰させる。マルチパス検出部18は、Sメーター17にもとづいてマルチパス区間を検出し、その区間においてマルチパスノイズ低減処理部14の作動を許可する切替信号19を切替部20に供給する。切替部20は、マルチパス区間ではマルチパスノイズ低減処理部14からの出力信号21を、それ以外の区間ではFM検波部12から出力されるコンポジット信号13をステレオ復調部22に入力するように切替制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力信号を減衰処理して出力信号を生成するノイズ低減処理部を含み、前記ノイズ低減処理部は、

現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去のサンプリング時における前記出力信号の強度の差が所定の閾値を超えるか否かを判定してノイズを検出する差分判定部と、

前記ノイズが検出された場合に、現サンプリング時の前記入力信号を減衰させて現サンプリング時における前記出力信号を生成する減衰処理部とを含むことを特徴とする信号処理装置。

【請求項 2】 前記差分判定部は、現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去の複数のサンプリング時における前記出力信号の強度のそれぞれとの差分を算出し、それぞれの差分が所定の閾値を超えるか否かを判定してノイズを検出することを特徴とする請求項 1 に記載の信号処理装置。

【請求項 3】 前記ノイズ低減処理部は、前記入力信号を所定のサンプリング期間について平滑化する平滑化処理部をさらに含み、前記差分判定部と前記減衰処理部は平滑化後の前記入力信号に対して処理を行うことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の信号処理装置。

【請求項 4】 前記ノイズ低減処理部における前記入力信号の強度の減衰率を前記入力信号の強度をもとに適応的に設定する減衰率設定部をさらに含むことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の信号処理装置。

【請求項 5】 受信された FM 送信電波をもとに FM 復調信号を出力する FM 検波部と、

前記 FM 復調信号のノイズを低減して出力する信号処理部と、

受信された前記 FM 送信電波においてマルチパスノイズの発生しうる期間を検出し、その期間において前記信号処理部を作動させるマルチパス検出部と、

前記信号処理部が作動している間はその出力を、前記信号処理部が作動していない間は前記 FM 復調信号をステレオ復調して出力するステレオ復調部とを含み、

前記信号処理部は、前記 FM 復調信号を入力信号として減衰処理して出力信号を生成するノイズ低減処理部を含み、前記ノイズ低減処理部は、

現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去のサンプリング時における前記出力信号の強度の差が所定の閾値を超えるか否かを判定してノイズを検出する差分判定部と、前記ノイズが検出された場合に、現サンプリング時の前記入力信号を減衰させて現サンプリング時における前記出力信号を生成する減衰処理部とを含むことを特徴とする信号受信装置。

【請求項 6】 前記信号処理部は、前記ノイズ低減処理部における前記入力信号の強度の減衰率を前記入力信号の強度をもとに適応的に設定する減衰率設定部をさらに

含むことを特徴とする請求項 5 に記載の信号受信装置。

【請求項 7】 入力信号の強度が大きく変化する期間を検出し、その期間に限り、前記入力信号に対してノイズを低減するためのフィルタリング処理を施して出力信号を生成することを特徴とする信号処理方法。

【請求項 8】 前記フィルタリング処理は、現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去のサンプリング時における前記出力信号の強度の差分をサンプリングごとに逐次算出して、前記差分が所定の閾値を超えた場合に、現サンプリング時の前記入力信号を減衰させて現サンプリング時における前記出力信号を生成する工程を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の信号処理方法。

【請求項 9】 前記ノイズの発生しうる期間を検出する前処理工程をさらに含み、前記前処理工程において検出された前記期間において前記入力信号に前記フィルタリング処理が施されることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の信号処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、信号処理技術に関し、特にノイズを検出して低減する信号処理装置、信号受信装置、および信号処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車などの移動体に搭載される FM 受信機では、オーディオ信号受信の際に、周囲にある山や高層建築物などの障害物からの電磁波の反射に起因してマルチパスノイズが発生する。このマルチパスノイズは、反射体によって反射された間接波が受信アンテナから直接受信される直接波と合波し、直接波と間接波との位相関係に依存して直接波の一部が反射波によって打ち消されることによって生じる。マルチパスノイズが発生すると、FM 受信機から出力される音声信号の品質が著しく低下する。

【0003】FM 検波後の復調信号のマルチパスノイズを除去する方法として、マルチパスノイズの発生区間を検出して、マルチパスノイズの発生前の信号強度を保持することにより、マルチパス区間を補間する前置補間方法が特開 2001-36422 号公報に開示されている。また電界強度の落ち込みが激しいときに、FM 検波後の FM 復調信号をミュートする方法がある。

【0004】また、ステレオ音声における左右チャンネルの分離度を調整するステレオノイズコントロール (SNC) や、高周波成分を除去するハイカットコントロール (HCC) により弱電界時における FM 復調信号の S/N 比を改善する方法も従来からよく知られている。マルチパスノイズの場合、直接波と間接波の干渉によって検波出力にマルチパス歪み、すなわちノイズが現れるが、このノイズは高域成分である L-R サブ信号帯域、L+R メイン信号帯域に著しく現れるため、SNC や HCC による処理にはマルチパスノイズの低減効果があ



る。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、マルチパスノイズの程度によっては、SNCやHCCを十分に利かせても耳障りなノイズが残留する場合がある。一方、マルチパス区間に対してFM復調信号を前置補間する方法やミュートする方法では、マルチパスによって生じたパルス状波形に対して効果が得られるが、PLL検波を用いた時に生じるある一定区間位相がずれた波形に対してもフィルタリング処理が作用してしまい、原信号そのものを誤って除去するという問題がある。さらに、マルチパス区間を検出するためのパラメータの設定が不適切な場合、マルチパスの検出区間がずれることにより、ノイズが残留する場合がある。

【0006】本発明はこうした状況に鑑みてなされたもので、その目的は、ノイズを検出して低減することのできる信号処理技術の提供にある。また別の目的は、FM受信におけるマルチパスノイズを低減する信号受信技術の提供にある。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明のある態様は信号処理装置に関する。この装置は、入力信号を減衰処理して出力信号を生成するノイズ低減処理部を含む。前記ノイズ低減処理部は、現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去のサンプリング時における前記出力信号の強度の差が所定の閾値を超えるか否かを判定してノイズを検出する差分判定部と、前記ノイズが検出された場合に、現サンプリング時の前記入力信号を減衰させて現サンプリング時における前記出力信号を生成する減衰処理部とを含む。

【0008】出力信号は、入力信号に対してノイズを低減するための減衰処理が施された後の信号である。もっともノイズが検出されなかった場合は、入力信号に減衰処理が施されないで出力信号は入力信号と同じである。入力信号および出力信号の強度は、それらの信号の振幅の測定値であってもよく、あるいは振幅の絶対値または自乗であってもよい。現在の入力信号の強度と過去の出力信号の強度の差の大きさを評価する際に用いられる閾値は、たとえば通常の有意な信号の強度の範囲を十分に超える大きさをもつ値に設定されてもよい。

【0009】前記差分判定部は、現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去の複数のサンプリング時における前記出力信号の強度のそれぞれとの差分を算出し、それぞれの差分が所定の閾値を超えるか否かを判定してノイズを検出してよい。たとえば、現サンプリング時 $n$ の入力信号の強度 $x(n)$ と1サンプリング前の出力信号の強度 $y(n-1)$ との差分が第1の閾値 $A$ を超えるか否かの判定と、現サンプリング時 $n$ の入力信号の強度 $x(n)$ と2サンプリング前の出力信号の強度 $y(n-2)$ との差分が第2の閾値 $B$ を超えるか否かの判定と、

現サンプリング時 $n$ の入力信号の強度 $x(n)$ と3サンプリング前の出力信号の強度 $y(n-3)$ との差分が第3の閾値 $C$ を超えるか否かの判定とを組み合わせる評価し、ノイズの発生の有無を検出してよい。第1の閾値 $A$ 、第2の閾値 $B$ 、および第3の閾値 $C$ はこの順に大きくなる値に設定されてもよい。

【0010】前記ノイズ低減処理部は、前記入力信号を所定のサンプリング期間について平滑化する平滑化処理部をさらに含み、前記差分判定部と前記減衰処理部は平滑化後の前記入力信号に対して処理を行ってもよい。前記平滑化処理部は、ある一定の期間について前記入力信号の移動平均を計算することにより、前記入力信号を平滑化してもよい。前記平滑化処理部は、ローパスフィルタ等を用いて前記入力信号の高周波成分を除去することにより、前記入力信号を平滑化してもよい。

【0011】前記信号処理部は、前記ノイズ低減処理部における前記入力信号の強度の減衰率を前記入力信号の強度をもとに適応的に設定する減衰率設定部をさらに含んでもよい。現サンプリング時の入力信号の強度の減衰率を過去のサンプリング時の入力信号の強度をもとに設定してもよい。

【0012】本発明の別の態様は信号受信装置に関する。この装置は、受信されたFM送信電波をもとにFM復調信号を出力するFM検波部と、前記FM復調信号のノイズを低減して出力する信号処理部と、受信された前記FM送信電波においてマルチパスノイズの発生しうる期間を検出し、その期間において前記信号処理部を作動させるマルチパス検出部と、前記信号処理部が作動している間はその出力を、前記信号処理部が作動していない間は前記FM復調信号をステレオ復調して出力するステレオ復調部とを含む。前記信号処理部は、前記FM復調信号を入力信号として減衰処理して出力信号を生成するノイズ低減処理部を含み、前記ノイズ低減処理部は、現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去のサンプリング時における前記出力信号の強度の差が所定の閾値を超えるか否かを判定してノイズを検出する差分判定部と、前記ノイズが検出された場合に、現サンプリング時の前記入力信号を減衰させて現サンプリング時における前記出力信号を生成する減衰処理部とを含む。差分判定に用いられる閾値は、いわゆるマルチパスノイズとして認識される、非常に大きく、かつ耳障りなノイズの強度に相当する値に設定されてもよい。

【0013】本発明のさらに別の態様は信号処理方法に関する。この方法は、入力信号の強度が大きく変化する期間を検出し、その期間に限り、前記入力信号に対してノイズを低減するためのフィルタリング処理を施して出力信号を生成する。前記フィルタリング処理は、現サンプリング時の前記入力信号の強度と過去のサンプリング時における前記出力信号の強度の差分をサンプリングごとに逐次算出して、前記差分が所定の閾値を超えた場合

に、現サンプリング時の前記入力信号を減衰させて現サンプリング時における前記出力信号を生成する工程を含んでもよい。

【0014】前記ノイズの発生しうる期間を検出する前処理工程をさらに含み、前記前処理工程において検出された前記期間において前記入力信号に前記フィルタリング処理が施されてもよい。これにより、前処理工程で検出されるノイズの発生期間に多少のずれが生じていたとしても、その後の前記フィルタリング処理において閾値判定にもとづく減衰処理がなされるので、原信号を誤って除去することなくノイズの低減が可能である。

【0015】なお、以上の構成要素の任意の組み合わせ、本発明の表現を方法、装置、システムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【0016】

【発明の実施の形態】図1は、実施の形態に係るFM受信装置の構成を示す。受信されたFM送信電波は図示しないフロントエンド部において中間周波数（IF）信号10に変換される。FM検波部12はこのIF信号10をFM復調してステレオコンボジット信号13（以下、単にコンボジット信号という）を出力する。

【0017】信号処理部24は、FM検波部12から受け取ったコンボジット信号13に対して必要に応じてマルチパスノイズを除去する処理を施し、ステレオ復調部22に与える。信号処理部24は、マルチパスノイズ低減処理部14と、減衰率設定部16と、切替部20とを含む。

【0018】マルチパスノイズ低減処理部14は、コンボジット信号13に対してマルチパスノイズを低減するための後述の減衰処理を適宜施して、出力信号21を生成する。減衰率設定部16は、コンボジット信号13の振幅にもとづいて、マルチパスノイズ低減処理部14における減衰処理で用いられる減衰率15を求め、マルチパスノイズ低減処理部14にその減衰率15を設定する。

【0019】マルチパス検出部18は、シグナルメータ17（以下、Sメータという）のAC成分にもとづいてマルチパスノイズの発生しうる区間（以下、マルチパス区間という）を検出し、その区間においてマルチパスノイズ低減処理部14の作動を許可するための切替信号19を切替部20に供給する。マルチパス検出に用いられる信号は、Sメータ17に限られず、マルチパスが検出できれば他の信号でもよい。

【0020】切替部20は、マルチパス検出部18から与えられる切替信号19にもとづいて、マルチパス区間では、マルチパスノイズ低減処理部14から減衰処理後の信号として出力される出力信号21を、それ以外の区間では、FM検波部12から出力されるコンボジット信号13をステレオ復調部22に入力するように、ステレオ復調部22の入力信号23の切替制御を行う。ステレ

オ復調部22は、入力信号23をステレオ復調してオーディオ信号を出力する。

【0021】図2は、マルチパスノイズ低減処理部14の機能構成図である。平滑化処理部30は、コンボジット信号13をサンプリングし、ある一定のサンプリング期間についてコンボジット信号13の振幅の移動平均を計算することにより、コンボジット信号13を平滑化して出力する。平滑化処理として移動平均以外の方法を用いてもよい。

【0022】差分計算部31は、現サンプリング時における平滑化されたコンボジット信号13の振幅と過去のサンプリング時における出力信号21の振幅の差分をサンプリングごとに算出する。差分判定部32は、差分計算部31が算出した差分と所定の閾値を比較することにより、マルチパスノイズの発生の有無を検出し、マルチパスノイズが発生している場合に、減衰処理部34の作動を許可するための切替信号37を切替部36に供給する。減衰処理部34は、減衰率設定部16から設定される減衰率15にもとづいて現サンプリング時における平滑化されたコンボジット信号13を減衰させて出力する。

【0023】切替部36は、差分判定部32から与えられる切替信号37にもとづいて、マルチパスノイズが発生していない場合には、コンボジット信号13を、マルチパスノイズが発生している場合には、減衰処理部34により減衰処理された信号35を出力するように、出力信号21の切替制御を行う。このようにマルチパスノイズの検出結果に応じて適宜減衰処理がなされた結果が切替部36を介して切替部20へ出力される。この出力信号21は、さらに切替部20を介してステレオ復調部22に供給される。またこの出力信号21の振幅の値は、図示しないメモリに一時的に記憶され、差分計算部31において差分を求める際に、過去のサンプリング時における出力信号21の振幅の値として利用される。

【0024】図3（a）、（b）は、減衰率設定部16の機能構成図である。図3（a）の機能構成では、入力されたコンボジット信号13は絶対値算出部40にて絶対値化され、ループフィルタ42により低域成分が通過し、大まかな振幅が推定される。さらに正規化部44において一定の値の範囲内に収まるように正規化された後に、加算部46により定数との差分が計算されて、最後にリミッタ48にて定められた上限にもとづいて減衰率15が出力される。

【0025】図3（b）に減衰率設定部16の別の機能構成を示す。入力されたコンボジット信号13に対する絶対値算出部40およびループフィルタ42の処理は図3（a）と同様であり、その出力値はリミッタ48により値の範囲制限を受けた後、テーブル参照部50に与えられる。テーブル参照部50は振幅値と減衰率を対応づけたテーブルを参照することにより、振幅から減衰率1

5を直接決定して出力する。この構成において、ループフィルタ42は、他のローパスフィルタであってもよい。

【0026】以上の構成によるFM受信装置によるマルチパスノイズ低減手順を図4および図5のフローチャートと図6から図9のグラフを参照しながら説明する。

【0027】図4は、マルチパス検出とマルチパスノイズ低減処理の全体の流れを説明するフローチャートである。マルチパス検出部18は、Sメータ17をもとにマルチパスノイズの発生区間を検出する(S100)。図6は、マルチパスノイズの発生区間の説明図である。グラフは、コンポジット信号13の振幅の時間経過を表している。区間60、61、62においてマルチパスノイズが発生している。マルチパスノイズは、巨視的に見た場合このようなエンベロープにより表される比較的長い時間幅を有しており、この時間幅をもった区間がマルチパス区間として検出される。

【0028】図4に戻り、マルチパス区間が検出された場合(S100のY)、マルチパス検出部18は切替信号19を切替部20に与えることにより、マルチパスノイズ低減処理部14の作動を許可する。マルチパスノイズ低減処理部14は、マルチパス区間において、コンポジット信号13に対してマルチパスノイズを低減する処理を施す(S110)。マルチパス区間が終了すれば、再びステップS100に戻り、マルチパス検出部18により次のマルチパス区間が検出されるまで、ステップS110のマルチパスノイズ低減処理は中断される。このようにマルチパス検出とマルチパスノイズ低減処理を繰り返すことにより、コンポジット信号13に対して、マルチパス区間においてのみマルチパスノイズの低減処理が施される。

【0029】図5は、図4のステップS110のマルチパスノイズ低減処理の詳細な手順を説明するフローチャートである。マルチパスノイズ低減処理部14の差分判定部32は、コンポジット信号13をサンプリングして、サンプリング時刻nにおける入力信号X(n)を得る(S10)。サンプリング時刻nの入力信号X(n)に対して必要に応じて減衰処理が施された後の信号を出力信号Y(n)とすると、差分判定部32は、入力信号X(n)と、1サンプリング前、2サンプリング前、3サンプリング前の出力信号Y(n-1)、Y(n-2)、Y(n-3)との差分をそれぞれ計算する(S12)。さらに差分判定部32は、これらの差分の絶対値が所定の閾値より大きいかどうかを判定することによりマルチパスノイズを検出する(S14)。

【0030】この判定は、次の不等式が成り立つかどうかを評価することで行われる。

$$|X(n) - Y(n-1)| > \text{閾値A} \quad \dots (1)$$

$$|X(n) - Y(n-2)| > \text{閾値B} \quad \dots (2)$$

$$|X(n) - Y(n-3)| > \text{閾値C} \quad \dots (3)$$

【0031】この判定によりマルチパスノイズが検出される仕組みを図7と図8を参照して説明する。図7は、図6のマルチパス区間の一部を拡大した図である。マルチパス区間は、微視的に見た場合、位相ずれがある一定区間生じたことによるノイズが発生している区間80、81、82と、ノイズが発生していない有意な信号の区間70、71、72、73とを有する。マルチパスノイズを除去するためには、マルチパス区間における信号波形の急峻なピークを検出する必要がある。

【0032】図8は、急峻なピークを検出するための差分判定を説明する図である。差分判定部32は、サンプリング時刻nにおける入力信号X(n)の振幅が有意な信号の振幅と比べて、異常に大きい値に変化しているかどうかを、過去のサンプリング時の出力信号との差を評価することにより判定する。過去のサンプリング時の出力信号は、すでに必要に応じて減衰処理がなされた後の信号であるから、それと比較して、有意な信号の振幅の範囲を十分に超えていれば、現サンプリング時nの入力信号X(n)は急峻なピークにあると判断できる。

【0033】過去のサンプリング時として、上記の不等式(1)～(3)では、3サンプリング前までの出力信号Y(n-1)、Y(n-2)、Y(n-3)を用いたが、さらに前のサンプリング時刻の出力信号を用いて、同様の差分判定を行ってもよく、逆に1サンプリング前の出力信号Y(n-1)のみを用いて差分判定を行ってもよい。

【0034】図5に戻り、差分判定部32は、上記の3つの不等式(1)～(3)のうち、いずれかひとつでも満足する場合、マルチパスノイズであると判断し(S14のY)、減衰処理部34は、サンプリング時刻nの入力信号X(n)に対して次の式で表される減衰処理を行い、出力信号Y(n)を出力する(S16)。

$$Y(n) = \alpha \times X(n)$$

ただし、 $\alpha$ は減衰率設定部16により設定される減衰率15であり、0以上1未満の値をとる。

【0036】差分判定部32は、3つの不等式(1)～(3)のいずれも満足しない場合、マルチパスノイズではないと判断し(S14のN)、減衰処理部34は、次の式のように、入力信号X(n)に減衰処理を施さないのでそのまま出力信号Y(n)として出力する(S18)。すなわちこの場合、 $Y(n) = X(n)$ である。

【0037】マルチパスノイズかどうかの判定にあたって、3つの不等式(1)～(3)における第1、第2、第3の閾値A、B、Cは経験的に最適な値に設定される。上記では3つの不等式(1)～(3)のいずれかひとつでも満足すれば減衰処理を行ったが、3つの不等式(1)～(3)の成立状態の任意の組み合わせにより減衰処理をするかどうかを決めてもよい。なお、実験では3つの不等式(1)～(3)の第1、第2、第3の閾値A、B、Cについて $A \leq B \leq C$ を満たす値に設定し、不

等式(1)～(3)のいずれかひとつを満たす時に減衰処理を行った場合に好ましい結果が得られた。

【0038】図5に戻って、必要に応じてサンプリング時刻 $n$ の入力信号 $X(n)$ の減衰処理がなされた後、サンプリング時刻 $n$ が1だけインクリメントされ(S20)、マルチパスノイズ低減処理の停止条件が確認される(S22)。停止条件の確認は、マルチパス検出部18からの切替信号19にもとづいてまだマルチパス区間内であるかどうかを判断することで行われる。停止する場合(S22のY)、マルチパスノイズ低減処理を終了し、停止しない場合(S22のN)、ステップS10にもどり、一連のマルチパスノイズ低減処理を繰り返す。

【0039】図9は、図7のコンボジット信号に対してマルチパス低減処理が施された後の出力信号の波形である。図7の急峻なピークが除去されていることがわかる。

【0040】以上述べたように、実施の形態によれば、モノラル化や高周波成分除去などのノイズ対策ではなお残留するマルチパスノイズを低減することが可能である。とくにマルチパス区間が検出された場合に、その区間においてさらにマルチパスノイズの有無を判定し、マルチパスノイズを低減するための減衰処理を行うので、マルチパスの検出感度を上げすぎた場合でも、その影響を受けずにマルチパスノイズを適切に除去することができ、ノイズの残留を防ぐとともに、原信号を誤って除去することを防ぐことができる。

【0041】以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。これらの実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組み合わせにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。また各構成要素は機能ブロックとして図示されており、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組み合わせによっていろいろな形で実現できることは、当業者には理解されるところである。

【0042】そのような変形例として、実施の形態では、図2のように平滑化処理部30がマルチパスノイズ低減処理部14に設けられたが、平滑化処理部30をFM検波部12の直後に設けて、FM検波部12の出力するコンボジット信号13をまず平滑化する構成にして、

マルチパス区間以外でもコンボジット信号13の平滑化を行い、切替部20を介してステレオ復調部22に入力するようにしてもよい。

【0043】また実施の形態では、受信信号がステレオ信号の場合を説明したが、モノラル信号に対しても本発明のマルチパスノイズ低減処理を適用することができる。

【発明の効果】本発明によれば、ノイズを検出して適切に低減することができる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態に係るFM受信装置の構成図である。

【図2】 図1のマルチパスノイズ低減処理部の機能構成図である。

【図3】 図3(a)、(b)は、図1の減衰率設定部の機能構成図である。

【図4】 マルチパス検出とマルチパスノイズ低減処理の全体の流れを説明するフローチャートである。

20 【図5】 図4のマルチパスノイズ低減処理の詳細な手順を説明するフローチャートである。

【図6】 マルチパスノイズの発生区間の説明図である。

【図7】 図6のマルチパス区間の一部を拡大した図である。

【図8】 急峻なピークを検出するための差分判定を説明する図である。

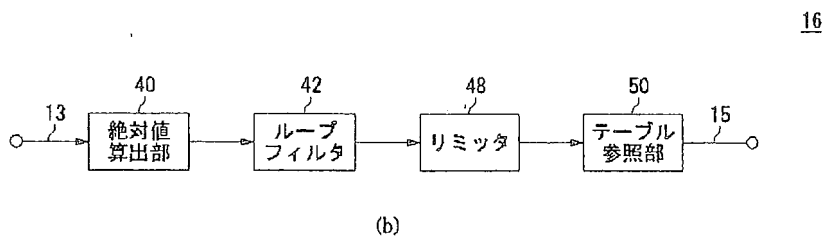
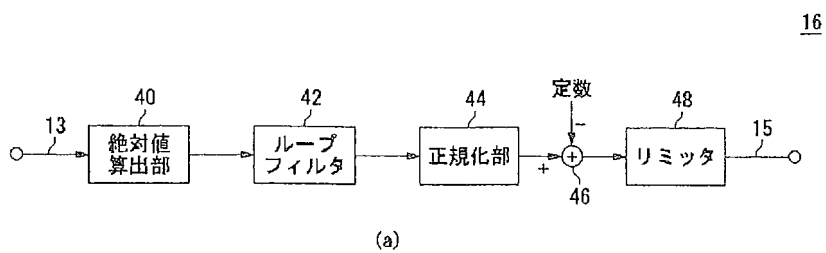
【図9】 マルチパス低減処理が施された後の出力信号の波形を説明する図である。

【符号の説明】

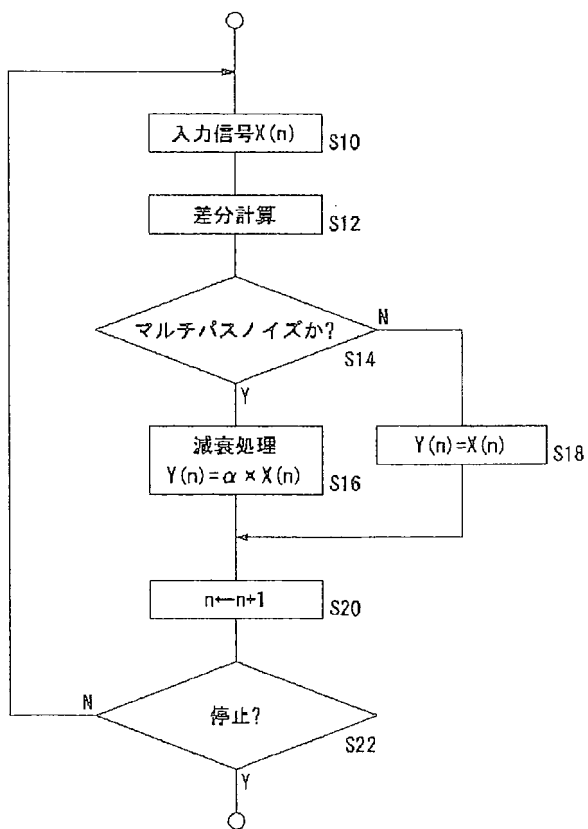
30 10 IF信号、 12 FM検波部、 13 コンボジット信号、 14 マルチパスノイズ低減処理部、 15 減衰率、 16 減衰率設定部、 17 Sメータ、 18 マルチパス検出部、 19 切替信号、 20 切替部、 21 出力信号、 22 ステレオ復調部、 24 信号処理部、 30 平滑化処理部、 32 差分判定部、 34 減衰処理部、 40 絶対値算出部、 42 ループフィルタ、 44 正規化部、 46 加算部、 48 リミッタ、 50 テーブル参照部。



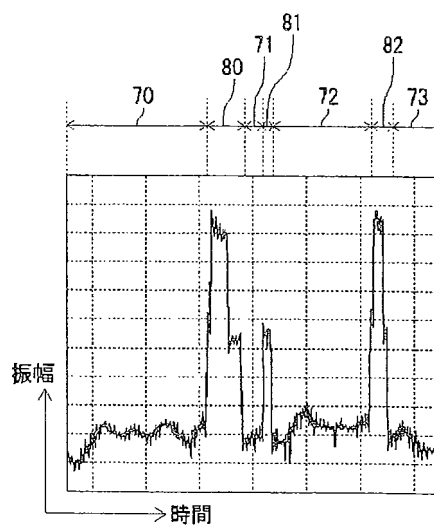
【図 3】



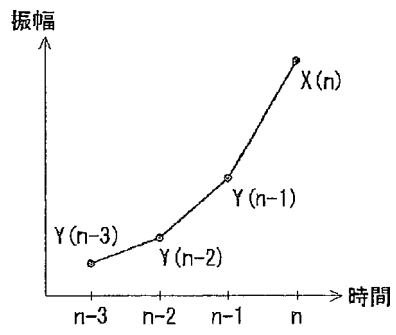
【図 5】



【図 7】



【図8】



【図9】

